饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃内环境指标及血清尿素氮含量的影响

贾存辉[1]　钱文熙[1,2*]　吐尔逊阿依·赛买提[1]　敖维平[2]　古力米拉·艾尼[1]　苏皮·赛迪[1]

(1.塔里木大学动物科学学院，阿拉尔 843300；2.新疆建设兵团塔里木畜牧科技重点实验室，阿拉尔 843300）[1]

摘　要：本试验旨在研究饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃内环境指标及血清尿素氮含量的影响，以期为塔里木马鹿对氨化饲料的合理利用提供理论依据。选用 3 只安装有永久性瘤胃瘘管的塔里木马鹿作为试验动物，采用配对试验设计（饲喂氨化棉籽壳前和饲喂氨化棉籽壳后），分 2 期进行，前期饲喂含未氨化棉籽壳（1 kg）的日粮，后期饲喂氨化棉籽壳全部替换掉未氨化棉籽壳的日粮。每期试验分为预试期和正试期，预试期 7 d，正试期 15 d。结果显示：饲喂氨化棉籽壳后，塔里木马鹿瘤胃液 pH、氨态氮浓度、微生物蛋白含量和血清尿素氮含量均显著或极显著高于饲喂氨化棉籽壳前（P＜0.05 或 P＜0.01），乙酸、丁酸和总挥发性脂肪酸浓度显著或极显著低于饲喂氨化棉籽壳前（P＜0.05 或 P＜0.01）。饲喂氨化棉籽壳前、后每只塔里木马鹿每天的饲料成本分别为 5.55 和 5.04 元，饲喂后比饲喂前低 0.51 元。由此可见，塔里木马鹿对氨化棉籽壳有很强的适应能力，氨化棉籽壳在塔里木马鹿饲粮中的应用可有效节约蛋白质饲料，提高粗饲料的利用效率，提高经济效益。

关键词：塔里木马鹿；氨化棉籽壳；瘤胃内环境；微生物蛋白；血清尿素氮

中图分类号：S816　　　　　　　文献标识码：A　　　　　　　文章编号：

塔里木马鹿是新疆特有的马鹿亚种，是迄今为止新疆驯养、繁殖规模最大的一种野生动物，也是唯一栖息在荒漠生境中的马鹿亚种，由于特殊的荒漠生境使塔里木马鹿对盐碱性、粗糙带刺、木质化程度高和粗纤维含量高的粗饲料具有很强的利用能力[1]。棉籽壳和农作物秸秆是新疆反刍动物重要的粗饲料来源之一，但其粗纤维含量高、粗蛋白质含量低、适口性差，动物对其采食量也低，研究如何提高其利用率便具有了重要意义。众多研究表明，单独使用秸秆饲喂家畜，一般不能满足动物的维持需要，同时反刍动物将饲粮蛋白质转化为畜产

收稿日期：2016-07-26

基金项目：国家自然科学基金（31260569，31460610）；中国农业大学-塔里木大学科研联合基金（ZNTDLH1502）

作者简介：贾存辉（1992-），男，甘肃靖远人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail： jia_cunhui@163.com

*通信作者：钱文熙，副教授，硕士生导师，E-mail： qianwenxizj@163.com

品的效率也低于 20%，大量的氮未被利用从而造成了浪费，并且对环境造成了很大的污染[2]。但是，经氨化处理后能够有效地提高秸秆的粗蛋白质含量、反刍动物的采食量和消化率等[3]。在牛、羊生产中，秸秆氨化技术已经得到了广泛的推广应用，但关于给塔里木马鹿饲喂氨化饲料的研究却未见报道，同时对于如何提高塔里木马鹿对粗饲料使用效率、有效节约蛋白质饲料的研究仍然较少。因此，本试验用氨化棉籽壳替换部分粗饲料，在精饲料用量有所降低的情况下，检测塔里木马鹿瘤胃内环境指标及血清尿素氮含量在饲喂氨化棉籽壳后的变化，通过探讨氨化饲料对塔里木马鹿瘤胃内环境指标的影响，来评价其使用价值，以期为塔里木马鹿对氨化饲料的合理利用提供理论参考，并为今后氨化饲料在马鹿饲养中大面积的推广应用提供依据。

1　材料与方法

1.1　氨化棉籽壳制作

根据试验设计称取风干棉籽壳约 100 kg，按照 4%添加尿素即 4 kg，再加入 40%的水即 20 kg，充分混匀后，用塑料袋压实排出空气密封，置于向阳处氨化 25 d 后开始饲喂[3]。

1.2　试验日粮及营养水平

试验日粮参考《新疆马鹿饲养技术》[4]和《中国养鹿学》[5]中营养需要进行配方设计。在每日风干样采食量均为 3.2 kg 的条件下，饲喂氨化棉籽壳后增加了稻秆、玉米秆的饲喂量，相反精饲料用量有所下降。饲喂氨化棉籽壳前后日粮组成及营养水平见表 1。

表 1　饲喂氨化棉籽壳前后日粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of rations before and after feeding ammoniated cottonseed hull (air-dry basis)

项目 Items	饲喂前 Before feeding	饲喂后 After feeding
原料 Ingredients/kg		
精饲料 Concentrated feed	1.3	1.0
苜蓿 Alfalfa	0.5	0.5
棉籽壳 Cottonseed hull	1.0	1.0（换算成鲜样为 1.5）
氨化棉籽壳 Ammoniated Cottonseed hull		

稻秆 Rice straw	0.2	0.4
玉米秆 Corn straw	0.2	0.3
合计 Total	3.2	3.2
营养水平 Nutrient levels/%		
干物质采食量 DMI/(kg/d)	3.0	3.0
消化能 DE/（MJ/kg）	34.40	34.40
粗蛋白质 CP	14.31	15.31
粗纤维 CF	29.99	32.39
钙 Ca	0.55	0.55
磷 P	0.30	0.30

配方时饲料原料中消化能因为鹿的数据缺失，参照《动物营养参数与饲养标准》[6]中的绵羊草料值计算，其余为实测值。

Because of data missing of deer in the formula, DE of the feed ingredients was calculated by referred to *Nutrition Parameters and Feeding Standard for Animals*[6] in sheep forage values, and others were measured values.

1.3 试验设计

本试验选用健康体况良好、体重相近、品种与性别相同的 3 只安装有永久性瘤胃瘘管的塔里木马鹿作为试验动物，采用配对试验设计（饲喂前和饲喂后），分 2 期进行，前期使用未氨化棉籽壳（1 kg），后期用氨化棉籽壳逐渐全部替换掉未氨化棉籽壳。每期试验分为预试期和正试期，预试期 7 d，正试期 15 d。每日 08:00、19:00 各饲喂 1 次，自由饮水，采样人员要多接触马鹿，以减少采样时的应激反应。正试期最后 2 d 采集瘤胃液和颈静脉血样。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 瘤胃内环境指标测定

1.4.1.1 瘤胃液的采集及处理 于晨饲后 2~3 h 麻醉马鹿，用无菌采样管在瘤胃上、中、下层采集固形物和液体等量并混匀，经 4 层纱布过滤后，测定 pH，然后迅速转移至 3~5 支 50 mL 已灭菌的离心管（约 40 g/管）中，置于－20 ℃冰箱储存备用。

1.4.1.2 指标测定

pH：采用精密酸度计（PHSJ-5，上海仪电科学仪器股份有限公司）测定 pH。

氨态氮（NH_3-N）浓度：采用苯酚-次氯酸钠比色法测定 NH_3-N 浓度[7]；

挥发性脂肪酸（VFA）：采用气相色谱法测定总 VFA 及其各组分浓度[8]；

微生物蛋白（MCP）：MCP 分离采用差速离心法。瘤胃液经 2 层纱布过滤后，于 39 ℃、1 500×*g* 下低速离心 15 min 去除原虫和大颗粒饲料。准确量取 20 mL 上清液于 4 ℃、21 000×*g* 下离心 20 min，弃去上清液后，用 15 mL 0.9%生理盐水重复洗涤、离心、沉淀 2 次，沉淀即为细菌组分，然后采用凯氏定氮法测定 MCP 含量[9]。

1.4.2　血清尿素氮含量的测定

在采集瘤胃液时，待马鹿麻醉后，用普通采血管在颈静脉采血，静置 30 min，等血清析出后，1 300×*g* 离心 10 min，取血清 2 mL 装入离心管，用全自动生化分析仪（AU480，美国贝克曼库尔特有限公司）测定尿素氮含量[10]。

1.5　数据统计分析

采用 SPSS 17.0 统计软件进行方差分析和多重比较，试验结果用平均值±标准差表示。

2　结果与分析

2.1　饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃内环境指标的影响

饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿瘤胃内环境指标的测定结果如表 2 所示。

表 2　饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿瘤胃内环境指标比较

Table 2　Comparison of rumen environment indexes in Tarim red deer before and after feeding ammoniated cottonseed hull

项目 Items	饲喂前 Before feeding	饲喂后 After feeding	*P* 值 *P*-value
pH	6.09±0.22	6.41±0.20	0.020
氨态氮 NH_3-N/（mg/dL）	13.54±0.78	15.89±0.51	0.027
微生物蛋白 MCP/（mg/dL）	135.09±4.19	146.44±3.19	0.048
乙酸 Acetate/(mmol/dL)	44.19±1.21	36.07±1.09	＜0.001
丙酸 Propionate/(mmol/dL)	34.25±1.41	34.24±1.00	0.964
丁酸 Butyrate/(mmol/dL)	27.47±1.00	22.85±2.00	0.035
总挥发性脂肪酸	105.91±1.90	93.17±2.21	＜0.001

TVFA/(mmol/dL)			

$P>0.05$ 表示差异不显著，$P<0.05$ 表示差异显著，$P<0.01$ 表示差异极显著。下表同。

$P>0.05$ mean no significant difference, while $P<0.05$ mean significant difference, and $P<0.01$ mean extremely significant difference. The same as below.

由表 2 可知，饲喂氨化棉籽壳前、后瘤胃液 pH 分别为 6.09 和 6.41，饲喂氨化棉籽壳后瘤胃液 pH 显著高于饲喂氨化棉籽壳前（$P<0.05$）。其原因可能是饲喂氨化棉籽壳后增加了瘤胃内铵根离子（NH_4^+）浓度。

瘤胃液 NH_3-N 浓度由饲喂氨化棉籽壳前的 13.54 mg/dL 增加到饲喂后的 15.89 mg/dL，每 100 mL 瘤胃液中增加了 2.35 mg，差异显著（$P<0.05$）。这可能是因为尿素在氨化后转化为 NH_4^+，从而在饲喂氨化棉籽壳后增加了瘤胃内 NH_3-N 浓度。

瘤胃液 MCP 含量由饲喂氨化棉籽壳前的 135.09 mg/dL 增加到饲喂后的 146.44 mg/dL，每 100 mL 瘤胃液内增加了 11.35 mg，差异显著（$P<0.05$）。

瘤胃液乙酸、丙酸、丁酸和总 VFA 的浓度在饲喂氨化棉籽壳后均低于饲喂氨化棉籽壳前。其中，乙酸和总 VFA 浓度饲喂后比饲喂前分别低 8.12 和 12.74 mmol/dL，差异极显著（$P<0.01$）；丁酸浓度饲喂后比饲喂前低 4.64 mmol/dL，差异显著($P<0.05$）；丙酸浓度饲喂后比饲喂前降低 0.01 mmol/dL，差异不显著（$P>0.05$）。

2.2 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿血清尿素氮含量的影响

饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿血清尿素氮含量的测定结果如表3所示。

表 3 饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿血清尿素氮比较

Table 3 Comparison of serum urea nitrogen content in Tarim red deer before and after feeding ammoniated cottonseed hull

项目 Item	饲喂前 Before feeding	饲喂后 After feeding	*P* 值 *P*-value
尿素氮 Urea nitrogen/(mmol/L)	8.11±1.25	15.19±2.31	＜0.001

由表 3 可知，饲喂氨化棉籽壳前、后血清尿素氮含量分别为 8.11 和 15.19 mmol/L，饲喂后比饲喂前高出 7 mmol/L，差异极显著（$P<0.01$），其原因可能与饲喂氨化棉籽壳后瘤胃内 NH_3-N 浓度增加有关。

2.3 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿经济效益的影响

本试验饲粮组成中精饲料价格为 2.5 元/kg，稻秆和玉米秆均为 0.7 元/kg，尿素为 0.8 元/kg，饲喂氨化棉籽壳前、后每只马鹿每天采食的饲料成本分别为 5.55 和 5.04 元，饲喂后比饲喂前低 0.51 元，每个月能节省 15.3 元/只，很大程度上降低了饲料成本，提高了经济效益。同时，通过肉眼观察发现饲喂氨化棉籽壳后塔里木马鹿体况明显变好，体重应该也有所增加，但由于成年马鹿体重不易称量，试验过程中没有准备称量，因此未能取得具体试验数据来证明饲喂后体重增加。

3 讨 论

3.1 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃内环境指标的影响

瘤胃是反刍动物的一个极其重要的消化器官，瘤胃微生物在反刍动物营养物质代谢方面尤其是粗饲料利用方面起着重要作用，而瘤胃内环境的稳定是保证瘤胃微生物正常发酵性消化的前提条件。因此，了解瘤胃内环境的特点，对瘤胃内环境实施有效调控，使营养物质的利用率达到最优化，具有非常大的经济效益。瘤胃液 pH、NH_3-N 浓度、MCP 含量及总 VFA 浓度和组成可以反映瘤胃内部的环境状况及饲料在瘤胃内的发酵程度和模式，是目前研究瘤胃发酵的主要内环境指标[11]。

3.1.1 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃液 pH 的影响

瘤胃液pH是反映反刍动物瘤胃发酵状态最直观的一项指标，瘤胃液pH变化范围为5.0~7.5，通常情况下健康瘤胃液pH维持在6.0~7.0，为弱酸性环境[12]。瘤胃液pH综合反映了瘤胃中VFA浓度的高低，碳水化合物、含氮有机物的发酵代谢过程对瘤胃内微生物群落多样性、微生物活性、饲料消化率和瘤胃健康具有重要影响[13]。本试验饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿瘤胃液pH都在正常范围内，饲喂氨化棉籽壳后pH为6.41，不会影响到瘤胃微生物的正常活动。而饲喂后2~3 h塔里木马鹿瘤胃液pH显著高于饲喂前，是因为尿素到瘤胃后会迅速分解，增加了瘤胃内NH_4^+浓度，而绝大多数瘤胃细菌可以利用NH_3作为氮源合成MCP，使得MCP合成量增加，消耗的碳源增加，导致VFA浓度降低，pH显著升高。

3.1.2 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃液 NH_3-N 浓度的影响

瘤胃中NH_3-N是瘤胃氮代谢中外源蛋白质和内源含氮物质降解的重要产物，它同时也是瘤胃微生物合成MCP的原料[14]。进入瘤胃内的尿素在微生物的作用下可降解为NH_4^+，进一

步被瘤胃微生物合成氨基酸和有机酸而被利用[15]。瘤胃液NH_3-N浓度的高低能反映出瘤胃能氮比平衡状态及能氮释放同步性，同时也可反映出特定饲粮组成条件下蛋白质降解与MCP合成的动态平衡关系，即一方面饲料被瘤胃微生物分解产生NH_3-N，另一方面瘤胃液中的微生物利用饲料降解的NH_3-N与酮酸合成MCP[16]。已有资料表明，瘤胃液中NH_3-N的浓度变化很大，一般临界范围为6~30 mg/dL[17]，动物采食后1.0~1.5 h达到峰值。瘤胃液中NH_3-N浓度过低会导致瘤胃微生物生长缓慢，使碳水化合物的分解利用受阻；而NH_3-N浓度过高，则会抑制微生物的活力，影响MCP的合成[18]，造成饲料氮的损失，同时增加了畜体的负担和能量消耗[19]。本试验中，饲喂氨化棉籽壳后，瘤胃内微生物将尿素降解为NH_4^+，使NH_3-N浓度比饲喂前每100 mL增加了2.35 g，但增加量并不多，并且饲喂氨化棉籽壳前后塔里木马鹿的瘤胃液NH_3-N浓度都在15 mg/dL左右变动，处于正常范围，因此不会抑制瘤胃微生物的活性，而是更加有利于高效地合成MCP，使MCP合成量增加。而NH_3-N浓度和MCP合成量的同时增加表明饲喂氨化棉籽壳后的瘤胃能氮比和释放同步性频数对瘤胃内环境是有利的，而对于最佳能氮比和最适同步性频数仍需作进一步研究。

3.1.3　饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃液 MCP 含量的影响

MCP 是反刍动物重要的蛋白质营养来源之一，可满足动物蛋白质营养需要量的 40%～80%[20]，其合成效率严重影响着反刍动物对饲料蛋白质的利用，是影响反刍动物机体营养水平和动物生产力的主要因素。能量是 MCP 合成的第一限制性因素，根据能氮平衡理论，瘤胃中有效能与氨基酸的释放在速度和数量上同步，可以使 MCP 合成量达到最大，同时瘤胃液 MCP 的含量还受瘤胃液内 NH_3-N 浓度等指标的影响[21]。本试验中，塔里木马鹿在饲喂氨化棉籽壳后，瘤胃液 pH、NH_3-N 浓度和 MCP 含量均显著或极显著高于饲喂氨化棉籽壳前，也就是说饲喂氨化棉籽壳后，增加了瘤胃内非蛋白氮（NPN）的供给量，使瘤胃微生物对 NH_3-N 的利用率增加，进而使 MCP 合成量增加。饲喂氨化棉籽壳后，虽然饲粮粗蛋白质水平并未下降，但精饲料用量减少了 0.3 kg，减少了 25%左右。可见，在适当降低精饲料供给、增加 NPN 补饲量的情况下，不仅没有使塔里木马鹿瘤胃液 MCP 含量降低，反而有所增加，这可能是塔里木马鹿长期对低质粗饲料适应的结果。张苏江等[22]研究表明，在饲粮中添加一定量的尿素有利于瘤胃微生物的增殖，进而使 MCP 的合成量有显著增加，与本试验结果相一致。

3.1.4 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿瘤胃液 VFA 浓度的影响

反刍动物瘤胃对养分的消化吸收以及微生物动力学可产生大量的 VFA，VFA 是供给反刍动物能量的主要来源，占到了总能量需要量的 70%~80%[23]，其中乙酸、丙酸和丁酸对动物体代谢最为重要，约占瘤胃发酵 VFA 总产量的 95%[24]。适宜浓度和合理组成的瘤胃 VFA 是维持瘤胃正常机能和稳定内环境的前提之一。理论上，增加粗饲料饲喂量，瘤胃内以乙酸、丁酸发酵为主，VFA 浓度应该升高，但本试验中所有 VFA 的浓度在饲喂氨化棉籽壳后均低于饲喂前，尤其是乙酸和丁酸，这可能是因为饲喂氨化棉籽壳后尿素的摄入使得氮源充足，加上在适宜的 pH 范围内，使塔里木马鹿瘤胃内纤维素分解菌活性增强，导致 MCP 合成量增加，因此对碳源需求量增大，消耗了 VFA，使其浓度降低。也有可能是塔里木马鹿对纤维含量高的荒漠饲草长期适应的结果，需要充分利用碳源以维持瘤胃内纤维素分解菌较强活性的适宜 pH。

3.2 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿血清尿素氮含量的影响

长期以来，反刍动物营养学家一直把血清尿素氮含量作为评价动物体内蛋白质利用状况和机体氮代谢的一个重要指标[25]。血清中的尿素氮主要是蛋白质代谢的产物，由肝脏合成，肾脏排出，是机体对蛋白质的代谢机能、肝脏机能和肾脏机能的反映[26]。反刍动物的血清尿素氮含量受瘤胃液 NH_3-N 浓度的影响，同时也反映了饲粮中含氮物质的利用效率。本试验中，饲喂氨化棉籽壳后血清尿素氮含量比饲喂前高出 7 mmol/L，差异极显著。这可能是由于血液中各种蛋白质均来源于肠道吸收和肝脏中合成，而饲喂氨化棉籽壳后，供给了充足的氮源，并且使瘤胃液 NH_3-N 浓度升高，其中大部分 NH_3-N 用于 MCP 的合成，多余的则被瘤胃壁吸收后进入血液循环，从而增加了血清尿素氮含量。Marini 等[27]研究表明，随着饲粮中氮水平的增加，血浆中尿素氮含量会增加。这与本试验血清尿素氮含量的测定结果是一致的。另外，反刍动物通过“氮素循环”对尿素氮可有效的循环利用。本试验中塔里木马鹿饲喂氨化棉籽壳后，虽然血清尿素氮含量有所升高，但同时也增加了瘤胃液 MCP 含量，也就是说添加氨化棉籽壳后，虽然饲粮总氮的利用效率可能会有所降低，但动物机体对蛋白质的分解作用会增强，肝脏的尿素再循环程度也会增加，这表明在精饲料饲喂量降低的情况下，塔里木马鹿饲喂氨化棉籽壳可有效节约蛋白质饲料，提高粗饲料的利用效率。

3.3 饲喂氨化棉籽壳对塔里木马鹿经济效益的影响

本试验中，添加氨化棉籽壳后，日粮组成中精饲料用量减少了 0.3 kg，成本降低了 0.75 元；稻秆和玉米秆分别增加了 0.2 和 0.1 kg，成本增加了 0.21 元；另外，每天添加的尿素量为 0.04 kg，成本增加了 0.03 元，综合计算后，饲喂氨化棉籽壳后比饲喂氨化棉籽壳前每只马鹿每天可节约成本 0.51 元，大大降低了饲料成本。本试验中，在饲喂氨化棉籽壳后瘤胃液 MCP 和血清尿素氮含量都明显增加，表明棉籽壳氨化处理后蛋白质供给量充分满足了动物机体需求，而添加氨化棉籽壳的日粮组成中精饲料用量减少了 25%即蛋白质饲料比例减少，节约了成本。肉眼观察发现塔里木马鹿体况明显变好是因为饲喂氨化棉籽壳后，马鹿瘤胃液 NH_3-N 浓度增加，MCP 含量增加，瘤胃内微生物活性增加，有效地提高了粗饲料利用效率的原因。因此，饲料成本的降低，体况的明显变好，都有益于塔里木马鹿经济效益的提高。

4 结 论

① 本试验条件下，饲喂氨化棉籽壳能提高塔里木马鹿的瘤胃液 pH、NH_3-N 浓度和 MCP 含量，降低乙酸、丙酸、丁酸和总 VFA 浓度，表明氨化处理棉籽壳可以提高粗饲料的利用效率。

② 本试验条件下，饲喂氨化棉籽壳后提高了塔里木马鹿的血清尿素氮含量，使得瘤胃液 MCP 含量显著提高，表明氨化处理棉籽壳可以有效节约蛋白质饲料，提高经济效益。

参考文献：

[1] 钱文熙,敖维平,玉苏普·阿布来提.塔里木马鹿采食量与消化率研究[J].中国草食动物科学,2014,34(2):31–32,38.

[2] 刘婵娟，赵向辉，姚军虎.影响反刍动物瘤胃降解氮利用率的因素[J].中国饲料,2012(4):12-15,19.

[3] 王勤肖,宋维国.氨化饲料的制作与利用[J].中国畜牧杂志,1993,29(6):49–50.

[4] 蒋洁.新疆马鹿饲养技术[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1993.

[5] 韩坤,梁凤锡,王树志.中国养鹿学[M].长春:吉林科学技术出版社,1993.

[6] 张宏福.动物营养参数与饲养标准[M].2 版.北京:中国农业出版社,2010.

[7] 冯宗慈,高民.通过比色测定瘤胃液氨氮含量方法的改进[J].内蒙古畜牧科学,1993(4):40–41.

[8] 陈根元,周小玲,蒋慧,等.不同年龄驴的后消化道中挥发性脂肪酸含量和组成的分析初探[J].塔里木大学学报,2012,24(4):7–16.

[9] BRODERICK G A,CRAIG W M.Metabolism of peptides and amino acids during *in vitro* protein degradation by mixed rumen organisms[J].Journal of Dairy Science,1989,72(10):2540–2548.

[10] 上海市医学化验所.临床生化检验[M].上海:上海科学技术出版社,1979.

[11] 王典,李发弟,张养东,等.马铃薯淀粉渣-玉米秸秆混合青贮料对肉羊生产性能、瘤胃内环境和血液生化指标的影响[J].草业学报,2012,21(5):47–54.

[12] 韩正康,陈杰.反刍动物瘤胃的消化和代谢[M].北京:科学出版社,1988.

[13] 王洪亮,孙晓玉,赵福忠.黑龙江省常用粗饲料对肉牛瘤胃内环境的影响研究[J].中国牛业科学,2013,39(2):6–10.

[14] 王洪荣,冯宗慈,卢德勋,等.应用瘤胃液氨氮、挥发性脂肪酸和血浆尿素氮水平检测放牧绵羊营养状况的研究[J].内蒙古畜牧科学,1992(3):34–40.

[15] BACH A,CALSAMIGLIA S,STERN M D.Nitrogen metabolism in the rumen[J].Journal of Dairy Science,2005,88(Suppl.):E9-E21.

[16] 李永福.不同氮源对瘤胃发酵和可利用粗蛋白影响的研究[D].硕士学位论文.北京:中国农业大学,2004.

[17] PRESTON T R,LENG R A.Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics[M].Armidale:Penambul Books,1987.

[18] DEVANT M,FERRET A,CALSAMIGLIA S,et al.Effect of nitrogen source in high-concentrate,low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vivo* and *in vitro*[J].Journal of Animal Science,2001,79(7):1944–1953.

[19] 佟瑛.精料补饲水平对藏系绵羊育肥效果及瘤胃内环境参数的影响[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2004.

[20] 朱秀高,曹慧,刘伟,等.尿素的营养与毒性研究进展[J].饲料工业,2010,31(17):16–19.

[21] 陈小连,贾亚红,赵国琦.影响反刍动物瘤胃微生物蛋白合成因素的研究综述[J].饲料广角,2003(19):31–33.

[22] 张苏江,李成阳.尿素对羊瘤胃液 MCP 和原虫数的影响[J].塔里木大学学

报,2011,23(3):24–29.

[23] 郭冬生,彭小兰.反刍动物挥发性脂肪酸消化代谢规律刍议[J].畜牧与饲料科学,2005,26(1):1–3.

[24] 李旺.瘤胃挥发性脂肪酸的作用及影响因素[J].中国畜牧杂志,2012,48(7):63–66.

[25] 王虎成.尿素、脲酶抑制剂及阴阳离子平衡对绵羊瘤胃内环境、血液参数及养分消化代谢的影响[D].硕士学位论文.兰州:甘肃农业大学,2006.

[26] 蒋加进.日粮添加不同水平尿素对山羊生产性能及血液生化指标的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2006.

[27] MARINI J C,KLEIN J D,SANDS J M,et al.Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs[J].Journal of Animal Science,2004,82(4):1157–1164.

Effects of Feeding Ammoniated Cottonseed Hull on Ruminal Environment Indexes and Serum Urea Nitrogen Content of Tarim Red Deer[2]

JIA Cunhui[1] QIAN Wenxi[1,2*] Tursunay SAMAT[1] AO Weiping[2] Gulmira GENI[1] Subi SAIDI[1]

(1. *Collage of Animal Science*, *Tarim University*, *Alar* 843300, *China*; 2. *Key Laboratory of Tarim Animal Husbandry Science and Technology of Xinjiang Production & Construction Corps*, *Alar* 843300, *China*)

Abstract: This experiment was conducted study the effects of feeding ammoniated cottonseed hull on ruminal environment indexes and serum urea nitrogen content of tarim red deer, and hope to provide a theoretical basis for ammoniated feed rational use of Tarim red deer. A paired experimental design (feeding ammoniated cottonseed hull before and after feeding ammoniated cottonseed hull) was used, and three Tarim red deer fitted with permanent rumen fistula were chosen as experimental animals. The experiment divided into 2 periods, and each period had a

*Corresponding author, associate professor, E-mail: qianwenxizj@163.com （责任编辑 菅景颖）

7-day pretrial period plus a 15-day trial period. The Tarim red deer in prophase were fed a ration with 1 kg un-ammoniated cottonseed hull, and those in anaphase were fed a ration using ammoniated cottonseed hull to replace un-ammoniated cottonseed hull. The results showed as follows: after feeding ammoniated cottonseed hull, ruminal fluid pH, ammonia nitrogen concentration, microbial protein content and serum urea nitrogen content of Tarim red deer were significantly or extremely significantly increased compared with feeding ammoniated cottonseed hull before ($P<0.05$ or $P<0.01$), while the concentrations of ruminal fluid acetate, butyrate and total volatile fatty acids (VFA) were significantly decreased compared with feeding ammoniated cottonseed hull before ($P<0.05$ or $P<0.01$). The feed cost of Tarim red deer before and after feeding ammoniated cottonseed hull were 5.55 and 5.04 RMB/（head • d）, respectively, and the cost was reduced 0.51 RMB/（head •d）. Thus, Tarim red deer on ammoniated cottonseed shell has a strong ability to adapt, the application of ammoniated cottonseed shell in the diet of Tarim red deer can effectively save protein feed, improve the utilization efficiency of forage and increase economic efficiency.

Key words: Tarim red deer; ammoniated cottonseed hull; ruminal environment; microbial protein; serum urea nitrogen